

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/007572

International filing date: 14 April 2005 (14.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: US  
Number: 60/564,974  
Filing date: 26 April 2004 (26.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

14. 4. 2005

PCT/JP 2005/007572

PA 1281035

# THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

February 08, 2005

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 60/564,974

FILING DATE: April 26, 2004

By Authority of the  
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



*N. Woodson*  
N. WOODSON  
Certifying Officer

**PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT COVER SHEET**

This is a request for filing a PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT under 37 CFR 1.53(c).

**INVENTOR(S)**

Given Name (first and middle [if any])	Family Name or Surname	Residence (City and either State or Foreign Country)	
Yuji NAGAO		Kawasaki	Japan
Ryuji YAMAMOTO		Kawasaki	Japan

☐ Additional inventors are being named on the \_\_\_\_\_ separately numbered sheet(s) attached hereto
**TITLE OF THE INVENTION (500 characters max)****SLIDING MATERIAL COMPOSITION AND PRODUCTION PROCESS THEREOF****CORRESPONDENCE ADDRESS**

Direct all correspondence to the address for SUGHRUE MION, PLLC filed under the Customer Number listed below:

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

**ENCLOSED APPLICATION PARTS (check all that apply)**

- Specification  
(Japanese Language)      Number of Pages      16      ☐ CD(s), Number \_\_\_\_\_
- ☒ Drawing(s)      Number of Sheets      1      ☐ Other (specify) \_\_\_\_\_
- ☐ Application Data Sheet. See 37 CFR 1.76

**METHOD OF PAYMENT OF FILING FEES FOR THIS PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT**

- ☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.
- ☒ A check or money order is enclosed to cover the Provisional filing fees. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.
- ☐ The USPTO is hereby authorized to charge the Provisional filing fees to our Deposit Account No. 19-4880. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.

**FILING FEE  
AMOUNT (\$)****\$160.00**

The invention was made by an agency of the United States Government or under a contract with an agency of the United States Government.

- ☒ No.
- ☐ Yes, the name of the U.S. Government agency and the Government contract number are:

Respectfully submitted,

SIGNATURE Bruce E. KramerDATE April 26, 2004TYPED or PRINTED NAME Bruce E. KramerREGISTRATION NO. 33,725TELEPHONE NO. (202) 293-7060DOCKET NO. P81162**USE ONLY FOR FILING A PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT**

【書類名】 明細書

【発明の名称】 摺動材組成物およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、摺動材組成物に関し、さらに詳しくは、合成樹脂に、特定の気相法炭素繊維を充填してなる摩擦摩耗特性（耐高荷重性、低摩擦係数、耐摩耗性、高熱伝導性）に優れ、さらに、耐熱性、力学的特性に優れた摺動材組成物に関するものである。

【背景技術】

【0002】

プラスチック製摺動部材は、電気・電子分野における機構部品および自動車分野においても用途分野が拡大される傾向にあり、有望視されている。しかしながら、プラスチック材料は、摺動部材に要求される特性である自己潤滑性を有している反面、金属材料と比較して限界PV値〔摺動部材が一定の荷重 $P$ （ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ）において、ある周速度 $V$ （ $\text{cm}/\text{sec}$ ）以上になったとき、融けたり、焼き付いたりする負荷の限界値（ $P$ と $V$ との積）をいう。〕や熱伝導性が低く、熱の蓄積が避けられないため、剛性等の機械的性質に劣る。したがって、軸受け等の摺動部材としてのプラスチック材料は、強度、剛性等の力学的特性のみならず、動摩擦係数が小さく、摩耗量が少なく、限界PV値が高く、しかも、相手材料を傷めないという摺動性を備えた材料であることが望ましい。

【0003】

主として、力学的特性の向上を目的として、炭素繊維樹脂複合材が多く使用され、航空・宇宙、自動車、スポーツ、工業材料等、広い分野で使用されてきている。これらの繊維充填材として用いられている炭素繊維は、主にアクリル系繊維あるいはピッチ系繊維を焼成したものである。このような炭素繊維を使用した複合材は、力学的特性、耐熱性は優れるものの、耐摩耗性は不満足であるため、各種工業用の摺動部材として使用したときは、使用寿命が短く、実用に供しても必ずしも望ましい結果が得られていない。更に、一般に摺動部材の相手材は鋼が一般的であるが、今後、アルミニウム等の軽量化素材が使われる傾向にある。炭素

繊維複合摺動部材は、軟質であるアルミニウムはもちろんのこと、硬質の鋼であっても損傷するので、この様な炭素繊維は摺動部材としては不適當である。

【0004】

一方、または気相法炭素繊維を熱処理によりグラファイト化させたものを合成樹脂に混合して得られる摺動材の提案がある（例えば特許文献1参照）が、これは耐摩耗性のみを改善したものであり、上記摺動材に要求される耐荷重性、耐熱性に対しては充分とはいえない。

気相法炭素繊維または気相法炭素繊維を熱処理によりグラファイト化させたものを2硫化モリブデン微粉末とともに合成樹脂中に分散させて得られる摺動部材が提案（例えば特許文献2参照）されているが、これは、合成樹脂を用いることから高温での使用や、腐食性流体の存在下または高荷重条件下での使用には適さず、しかも2硫化モリブデンを含有することで、酸化リッチ条件下ではモリブデンの酸化が起こり、摩擦係数の増大も起こり得る。

【0005】

また、気相法炭素繊維、2硫化モリブデン、グラファイト、PTFEなどを主材であるポリアミド樹脂またはポリイミド樹脂に混合して摺動材とし、摩擦係数を増大させず、摩耗を減少させるベアリング材が提案（例えば特許文献3参照）されているが、この場合においても、上記の場合と同様に使用条件が限定される。

更に摺動部材が、表面層に摺動性が良好なカーボンナノチューブを含有する複合材が、内層に耐熱性素材よりなる多層構造の摺動部材の提案（特許文献4参照。）がある。性能的には満足するが、高価なカーボンナノチューブを使用しており、製造方法も非常に手間が掛かり、経済性などに問題がある。

【0006】

【特許文献1】 特開平3-38327号公報

【特許文献2】 特開平4-11693号公報

【特許文献3】 特開平5-59387号公報

【特許文献4】 特開2003-239977号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

この発明は、上記に鑑みなされたものであり、高温高荷重に耐え、摩擦係数が小さく、摩耗しにくく、かつ熱伝導性が良好であるので、発生する熱を速やかに放出することができ、さらに、相手材が例えばアルミニウムであっても、アルミニウムを損傷させなく、性能を長期間保持することができる摺動材組成物およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明は、前記課題を解決するため、本発明者は鋭意検討した結果、特定の気相法炭素繊維を導入し、その導入時に繊維長の破断を極力抑えることにより、従来不可能であった、複合材料の性能に達することを見出し、本発明に達した。

## 【0009】

即ち、

[1] マトリックス合成樹脂と、繊維径：50～200nm、アスペクト比：40～1000、ラマン散乱スペクトルの $1580\text{ cm}^{-1}$ 及び $1360\text{ cm}^{-1}$ のピーク強度比（ $I_0 = I_{1360} / I_{1580}$ ）：0.1～1の気相法炭素繊維を混練した、ASTM D 648 大荷重の熱変形温度が $160^\circ\text{C}$ 以上、且つであることを特徴とする摺動材組成物、

[2] 気相法炭素繊維を10質量%～70質量%配合した上記[1]に記載の摺動材組成物、

[3] 熱伝導率が $1\text{ W/mK}$ 以上である上記[1]または[2]に記載の摺動材組成物、

[4] 曲げ弾性率が $4000\text{ MPa}$ 以上である上記[1]～[3]のいずれかに記載の摺動材組成物、

## 【0010】

[5] 熱可塑性樹脂と繊維径：50～200nm、アスペクト比：40～1000、ラマン散乱スペクトルの $1580\text{ cm}^{-1}$ 及び $1360\text{ cm}^{-1}$ のピーク強度比（ $I_0 = I_{1360} / I_{1580}$ ）：0.1～1、嵩比重：0.01～0.1の気相法炭素繊維を、炭素繊維の破断率を20%以下に抑え、高せん断力をかけないで

混練を行うことを特徴とする摺動材組成物の製造方法、

〔6〕 熱可塑性樹脂と気相法炭素繊維を混練する際に、複合材組成物中に気相法炭素繊維を10質量%～70質量%を配合した上記〔5〕に記載の摺動材組成物の製造方法、

〔7〕 熱可塑性樹脂と気相法炭素繊維を混練するに際し、炭素繊維の破断率を20%以下に抑え、加圧ニーダーで熔融混練した後、単軸押出機で、又は往復動単軸スクリュウ押出機でペレット化する上記〔5〕又は〔6〕に記載の摺動材組成物の製造方法、

【0011】

〔8〕 上記〔5〕～〔7〕のいずれかに記載の摺動材組成物の製造方法によって製造された摺動材組成物を、金型温度を冷却時間が5秒で良品率が95%以上となる射出成形時の温度より20℃～40℃高温で成形することを特徴とする摺動材成形体の製造方法、

〔9〕 上記〔5〕～〔7〕のいずれかに記載の摺動材組成物の製造方法によって製造された樹脂組成物を用いた摺動合成樹脂成形体、及び

〔10〕 上記〔5〕～〔7〕のいずれかに記載の摺動材組成物の製造法によって製造された樹脂組成物を用いた無潤滑摺動材、を開発することにより上記の課題を解決した。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、アスペクト比の高い（アスペクト比40以上）気相法炭素繊維を合成樹脂に配合して、熔融混練する場合、アスペクト比の低下を極力抑え、高充填することにより、高温高荷重に耐え、摩擦係数が小さく、摩耗しにくく、かつ熱伝導性が良好であるので、発生する熱を速やかに放出することができ、さらに、相手材がアルミニウムであっても、アルミニウムを損傷させることなく、性能を長期間保持することができる摺動材組成物を達成したものであり、その産業上の利用価値は極めて大きい。

【0013】

本発明にかかる摺動材組成物は、樹脂本来が有する流動性を損なうことなく、

この組成物から得られた摺動部材は、力学的特性、耐熱性、熱伝導性に優れ、摺動性に関しては、摩擦係数および摩耗量ともに小さく、限界PV値は非常に大きい。そのため、自動車、電気・電子分野等の摺動部材として広範な用途に使用できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明で用いる気相法炭素繊維は、例えば不活性ガス、かつ高温雰囲気下に、触媒となる鉄と共にガス化された有機化合物を吹き込むことにより製造することができる（例えば特開平7-150419号公報等を参照）。

気相法炭素繊維は、生成したままでも、例えば生成したものを800～1500℃で熱処理したものでも、例えば生成したものを2000～3000℃で黒鉛化処理したもののいずれもが使用可能である。

【0015】

繊維の断面は完全な円に限らず、楕円や多角化のものを含む。さらに繊維表面には熱分解炭素が析出してできた炭素質物質の存在したものであってもよい。気相法炭素繊維の製造後、2000℃以上の温度で熱処理を行うことでさらに結晶化度を上げ、導電性を増すことができる。

【0016】

本発明で使用する気相法炭素繊維は、以下の物性値を有するものが好ましい。

- (イ) 繊維径：50～200nm、好ましくは80～180nm。
- (ロ) アスペクト比：40～1000、好ましくは45～800。
- (ハ) BET比表面積：5～100m<sup>2</sup>/g、好ましくは10～50m<sup>2</sup>/g。
- (ニ) ラマン散乱スペクトルの1580cm<sup>-1</sup>及び1360cm<sup>-1</sup>のピーク強度比（ $I_0 = I_{1360} / I_{1580}$ ）：0.1～2、好ましくは0.1～1.5。

【0017】

上記の物性値は、本願発明と重要な関係にある。即ち

- (イ) (ハ)、繊維径と比表面積は反比例の関係にあるが同様な効果がある。繊維径が50nmより小さく、または比表面積が100m<sup>2</sup>/g以上の場合、炭素フィラーの凝集エネルギーが大きく、マトリックス樹脂中に炭素フィラーを均一



分散を達成することが難しいが、上記の範囲では均一分散を達成できる。一方繊維径200nm以上、比表面積 $5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下では、アルミ材に対する摺動特性が悪化する。

(ロ) アスペクト比が40以下であると、耐熱性(熱変形温度)が向上せず、摩擦の発熱により成形品表面が融解してしまい、限界PV値を上げることができない。

(二) ラマンスペクトル比は、2以上になると、固体潤滑性を示すグラファイト構造が少なくなり、摺動特性が悪化する。

なる影響がある。

#### 【0018】

本発明に使用する合成樹脂としては、所望の耐熱性、熱伝導性、力学的特性と満足するのであれば使用可能である。具体的には、エンジニアリングプラスチック、スーパーエンジニアリングプラスチック、熱硬化性樹脂等である。

#### 【0019】

かかる熱可塑性樹脂としては、上記の条件を満足し、且つ成形分野で使用される樹脂であれば特に制限はなく、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリトリメチレンテレフタレート(PTT)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、液晶ポリエステル(LCP)等のポリエステルや、ポリプロピレン(PP)等のポリオレフィンや、シンジオタクティックポリスチレン樹脂の他、ポリオキシメチレン(POM)、ポリアミド(PA)、ポリカーボネート(PC)、ポリフェニレンエーテル(PPE)、ポリフェニレンスルフィド(PPS)、ポリイミド(PI)、ポリアミドイミド(PAI)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリスルフォン(PSU)、ポリエーテルスルフォン、ポリケトン(PK)、ポリエーテルケトン(PEK)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルケトンケトン(PEKK)、ポリアリレート(PAR)、ポリエーテルニトリル(PEN)、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)などのフッ素系樹脂、更にこれらの共重合体、変性体、および2種類以上ブレンドした樹脂であってもよい。

また、更に耐衝撃性向上のために、上記熱可塑性樹脂にその他のエラストマー

もしくはゴム成分を添加した樹脂であってもよい。

#### 【0020】

また、かかる熱硬化性樹脂としては、成形分野で使用される樹脂であれば特に制限はなく、例えば、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール（レゾール型）樹脂、ユリア・メラミン樹脂、ポリイミド樹脂等や、これらの共重合体、変性体、および、2種類以上ブレンドした樹脂などを使用することができる。また、更に耐衝撃性向上のために、上記熱硬化性樹脂にエラストマーもしくはゴム成分を添加した樹脂であってもよい。

気相法炭素繊維の含有量は、摺動材組成物に対して気相法炭素繊維含有量が10～70質量%、好ましくは、12～60質量%、より好ましくは15～50質量%（図1参照）である。

#### 【0021】

本発明に係る摺動材組成物には、本発明の目的、効果を損なわない範囲で、他の各種樹脂添加剤を配合することができる。配合できる樹脂添加剤としては、例えば、着色剤、可塑剤、滑剤、熱安定剤、光安定剤、紫外線吸収剤、充填剤、発泡剤、難燃剤、防錆剤などが挙げられる。これらの各種樹脂添加剤は、本発明に係る導電性プラスチックを調整する際の最終工程で配合するのが好ましい。

#### 【0022】

摺動材組成物を構成する各成分を混合・混練する方法としては、本発明の重要な位置を占め、特に気相法炭素繊維の破断を極力抑え、破断率を20%以下、好ましくは15%以下、より好ましくは10%以下に抑える。破断の程度は混合、混練の前・後での炭素繊維のアスペクト比（例えばSEM観察で求める。）を比較することで評価できる。さらに嵩比重が0.01～0.1と非常に低いものを樹脂に高充填することを、鋭意検討した結果以下のような手法が良好であることを見出した。

#### 【0023】

一般に熱可塑性樹脂に無機フィラーを溶融混練する場合、分散混合と呼ばれている、凝集した無機フィラーに高せん断を加え、無機フィラーを破壊し、微細化して、溶融樹脂中へ無機フィラーを均一に分散させている。このような高せん断

力を発生させる混練機としては、石臼機構を利用したものや、同方向2軸押出機でスクリュウエレメント中に高せん断のかかるニーディングディスクを導入したものが数多く使用されている。しかし、このような混練機を使用すると、混練工程中において気相法炭素繊維を破断してしまう。また、せん断力の弱い単軸押出機の場合は、繊維の破断は抑えられるが、繊維の分散が均一にならない。したがって、繊維の破断を抑えながら、均一な分散をはかるために、加圧ニーダーのような、高せん断が掛からなくて、時間をかけて分散が達成できる（滞留時間が長い）混練機を使用することが好ましい。

#### 【0024】

さらに、無機フィラーを樹脂中に高充填するためには、溶融樹脂と無機フィラーの濡れが非常に大切であり、溶融混練中に無機フィラーの表面を更新し、樹脂と無機フィラーの界面に相当する面積を増すことが不可欠である。そのための混練機としては、通常の単軸押出機や同方向2軸押出機では滞留時間が短く高充填が難しい。さらに、本発明で使用する気相法炭素繊維では、嵩比重が0.01～0.1程度と、非常に小さく、ふわふわなものであり、空気を巻き込みやすく、通常の単軸押出機や同方向2軸押出機では脱気が難しく、高充填は不可能である。高充填でき、繊維の破断を極力抑える混練機として、バッチ式の加圧ニーダーが有効であり、本発明では使用した。バッチ式の加圧ニーダーで混練したものを、固化するまえに、単軸押出機に投入して、ペレット化を行うことができる。

#### 【0025】

また、バッチ式加圧ニーダーと単軸押出機を連続して使用せずに、繊維に高せん断力をかけずに、繊維表面を更新でき、分散性良好で、押出機内での内圧がなく、空気を多く含んだ気相法炭素繊維等を脱気でき、高充填可能な押出機を使用することが好ましいこの様な特殊単軸押出機として、往復動単軸スクリュウ押出機（コペリオン・ブス社製コニーダー）が使用できる。即ち、所定量の各成分をタンブラーミキサーなどの混合機で混合し、この混合物を往復動単軸スクリュウ押出機に投入し、ペレット化を行う方法が使用できる。

#### 【0026】

本発明に係る摺動材組成物は、力学的特性、耐熱性、熱伝導性に優れ、摺動性

に関しては、摩擦係数および摩耗量ともに小さく、限界PV値は非常に大きい。

即ち、摺動部材が一定の荷重P (kg/cm<sup>2</sup>) においてある周速度V (cm/sec) 以上になったとき、溶けたり焼き付いたりする負荷の限界値PとVとの積を意味し、本発明の摺動材組成物はこの値が極めて高い摺動部材を得ることができる。

#### 【0027】

なお、合成樹脂材料は一般に、金属材料に比して耐熱性、剛性等の機械的性質が低く、又熱伝導率が低いという問題があるが、本発明の摺動材組成物は、特定の気相法炭素繊維を繊維の破断を少なくして配合することにより、

(1) 熱変形温度が熱可塑性樹脂を使用した場合であっても160℃以上、好ましくは180℃以上、より好ましくは200℃以上有することができる。

(2) 気相法炭素繊維を配合することにより合成樹脂であるにもかかわらず動摩擦係数が0.6以下、好ましくは0.5以下、より好ましくは0.5以下を容易に確保できる。このため比摩耗量も小さく維持できる。

#### 【0028】

(3) 熱伝導率も、気相法炭素繊維を繊維の破断を少なくすることにより1W/mK以上、好ましくは1.8W/mK以上、より好ましくは2W/mK以上を容易に達成できる。このことは、高速の摺動条件においても熱の分散を良くし、摺動部の高温化を防止するために重要な条件の一つである。

(4) 曲げ弾性率も、4000Mpa以上、好ましくは5000Mpa以上、より好ましくは5500Mpa以上を確保できる。このことは合成樹脂摺動材として比較的重荷重の摺動材として使用することが可能となるものである。

#### 【0029】

(5) 本発明の摺動材組成物の大きな特徴は、特定の気相法炭素繊維を大量に配合しているにも拘わらず、流動性を高く維持できる点にある。このことは本組成物から摺動部材を成形する際に、生産性、製品の成形精度を高く維持できる点において極めて重要な性質であり、摺動材組成物として極めて優れた材料となるものである。

(6) 本発明の摺動材組成物は、原則として合成樹脂と気相法炭素繊維からなる

ものであるため、摺動部材に望まれている自己潤滑性を有しているため、潤滑油などを必要とせずに無給油で使用できるだけでなく、それ自体の剛性が小さいため相手材がアルミニウムなどの軟質材であってもそれを傷つけることが防止できる利点を有している。

### 【0030】

そのため、自動車、電気・電子分野等の摺動部材として広範な用途に使用できる。これら製品を製造する際には、従来から知られているプラスチックの成形法によることが出来る。成形法としては、例えば、射出成形法、中空成形法、押出成形法、シート成形法、熱成形法、回転成形法、積層成形法、トランスファー成形法などが挙げられる。

### 【実施例】

### 【0031】

以下に本発明を実施例によって、詳しく説明するが、本発明はこれらの範囲に限定されるものではない。

(実施例1～9、比較例1～8)

実施例および比較例の配合を表1、表2に示す。これらの配合条件に従って、樹脂および導電性フィラーをアスペクト比を低下させない方法で熔融混練し、その混練物を射出成形して各種試験片（HDT用、曲げ試験用、熱伝導測定用）を作成した。使用した樹脂、導電性フィラー、混練条件、成形条件、評価方法の詳細については以下に示した。各実施例および比較例の各種試験結果を表3、表4に示す。

### 【0032】

#### 混練方法

#### [使用装置]

トーシン（株）製加圧ニーダー（混合容量10リットル）で熔融混練した後、田辺プラスチック（株）製30mmΦ単軸押出機を使用してペレット化を行った。

### 【0033】

#### [成形方法]

## (イ) 熱可塑性樹脂

住友重機（株）製サイキャップ型締力75トン射出成形機を使用して、各種試験片を成形した。

## (ロ) 熱硬化性樹脂

名機製作所（株）製 M-70C-TSを使用して、各種試験片を作成した。

【0034】

〔気相法炭素繊維〕

(イ) VGCF（登録商標）：昭和電工製気相法炭素繊維（繊維径0.1～0.2 $\mu$ m、繊維長10 $\mu$ m）を使用した。嵩比重0.04、比表面積13m<sup>2</sup>/g、アスペクト比70

(ロ) VGNF（登録商標）：昭和電工製気相法炭素繊維（繊維径0.08～0.12 $\mu$ m、繊維長50 $\mu$ m）を使用した。嵩比重0.02、比表面積20m<sup>2</sup>/g、アスペクト比500

(ハ) 気相法炭素繊維-H：昭和電工製気相法炭素繊維（繊維径0.1～0.2 $\mu$ m、繊維長10 $\mu$ m）を使用した。嵩比重0.08、比表面積13m<sup>2</sup>/g、アスペクト比70

(ニ) 気相法炭素繊維粉碎品：上記気相法炭素繊維を粉碎機で粉碎し、アスペクト比を35にしたものを使用した。嵩比重0.12、比表面積14m<sup>2</sup>/g、アスペクト比35

【0035】

〔炭素繊維（CF）〕

東邦テナックス（株）製の導電性用ベスファイトHTA-C6-SRを使用した。繊維径7 $\mu$ m、繊維長6mm比表面積2m<sup>2</sup>/g、嵩比重0.8

〔カーボンナノチューブ：CNT（中空炭素フィブリル）〕

ハイペリオンキャタリシス（株）製PA66マスターバッチ（RMB4620-00）：CNT20質量%含有）を使用した。比表面積250m<sup>2</sup>/g、繊維径10nm 繊維長5 $\mu$ m

【0036】

〔使用したプラスチック〕

## (イ) 熱可塑性樹脂

ポリアミド66 (PA66) : 東レ (株) 製 アミラン CM3001

ポリフェニレンサルファイド (PPS) : 東ソー (株) 製サスティールB385

## (ロ) 熱硬化性樹脂

アリルエステル樹脂 : 昭和電工製、AA101, 粘度630000cps (30℃) 有機過酸化物として、ジクミルパーオキサイド [日本油脂製パークミルD] を使用した。

【0037】

[評価物性]

(イ) 摺動特性 : 東洋精機 (株) 製スラスト摩耗試験機を使用して相手材アルミニウムを使用して、動摩擦係数、摩耗量を評価した。試験サンプルは、100×100×2mm厚の平板を切削加工して使用した。アルミニウム材の摩耗量は、測定2時間後の摩耗量を測定した。

(ロ) 熱変形温度HDT (大荷重) : ASTM D-648に準拠した。

(ハ) 曲げ弾性率は、ASTM D-790に準拠した。

【0038】

(二) 熱伝導率 : 京都電子工業 (株) 製迅速熱伝導率計を使用し、熱線法で測定した。試験サンプルは100×100×2mm厚の平板を5枚重ねて使用した。

(ホ) 成形品に含まれる炭素繊維のアスペクト比 : 不活性ガス (アルゴン) 炉で600℃で熱処理し、残った繊維状物を電子顕微鏡 (SEM) 観察し、測定した。

(ヘ) 限界PV値 : 摩耗速度30cm/secを一定とし、荷重を変化させて2時間運転後、摩擦面を観察し、判定した。

(ト) 組成物の流動性 : MI (メルトインデックス) 測定を行った。PPS樹脂の場合は、320℃、PA66樹脂の場合は、280℃、アリルエステル樹脂の場合は、60℃で2.16kg荷重での10分間での組成物の流出量を測定した。

(チ) 炭素繊維の破断率 (%) : 混合・混練する前の炭素繊維のアスペクト比

と組成物成形品の炭素繊維のアスペクト比の比率。

$$\text{炭素繊維の破断率 (\%)} = \{ 1 - (\text{組成物成形品の炭素繊維のアスペクト比} / \text{混合・混練する前の炭素繊維のアスペクト比}) \} \times 100$$

【0039】

【表1】

実施例	樹脂名	配合量 質量%	導電性フィラー	配合量 質量%
1	PPS	80	VGCF	20
2	PPS	70	VGCF	30
3	PPS	50	VGCF	50
4	PPS	30	VGCF	70
5	PPS	70	VGCF-H	30
6	PPS	80	VGNF	20
7	PA66	80	VGCF	20
8	PA66	70	VGCF	30
9	アクリルエステル	70	VGCF	30

【0040】

【表2】



比較例	樹脂名	配合量 質量%	導電性フィラー	配合量 質量%
1	PPS	90	VGCF	10
2	PA66	100		
3	PA66	90	VGCF	10
4	PA66	50	VGCF粉砕品	50
5	PA66	90	炭素繊維CF	10
6	PA66	80	炭素繊維CF	20
7	PA66	80	CNT	20
8	アクリル	90	VGCF	10

【0041】

【表3】

実施例	摺動特性				HDT 大荷重 (℃)	曲げ 弾性率 (MPa)	流動性 (g/10分)	熱伝導率 (W/mK)	成形品 アスペクト 比	炭素繊維の 破断率 (%)
	動摩擦 係数	比摩耗 量	限界 PV値	アルミ材摩 耗量 (mg)						
1	0.55	0.77	600	0	190	5530	50	2.25	68	3
2	0.40	0.68	650	0	210	6770	30	3.05	67	4
3	0.30	0.50	800	0	245	9630	10	5.15	63	10
4	0.20	0.30	800	0	250<	11750	3	7.50	60	14
5	0.35	0.65	600	0	250<	6630	40	2.85	66	14
6	0.50	0.72	650	0	220	7560	45	2.45	460	8
7	0.60	1.10	400	0	195	4270	40	2.22	69	1
8	0.48	0.85	500	0	230	5440	25	2.95	68	3
9	0.52	1.20	400	0	180	5200	50	3.10	69	1

比摩耗量： $\times 10^{-5} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ ；限界PV値： $\text{kgf}/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}/\text{s}$

【0042】

【表4】

比較例	摺動特性				HDT 大荷重 ℃	曲げ 弾性率 MPa	流動性 g/10分	熱伝 導率 W/mK	成形品 アスペクト 比	炭素繊維 の破断率 (%)
	動摩擦 係数	比摩 耗量	限界 PV 値	7μm材摩 耗量 (mg)						
1	0.61	0.84	400	0	126	4400	80	1.52	69	1
2	1.50	2.84	50	0	72	2970	50	0.33		
3	0.66	0.98	200	0	95	3430	50	1.54	69	1
4	0.30	0.65	200	0	155	7300	20	2.15	29	17
5	0.75	1.21	500	10	247	8320	50	0.45	450	47
6	0.52	1.03	500	20	250	13580	35	0.63	350	59
7	0.60	1.56	350	0	165	3500	15	1.54	20	96
8	0.85	1.81	200	0	175	3850	70	1.35	70	0

比摩耗量： $\times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{Nm}$ ；限界PV値： $\text{kgf}/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}/\text{s}$

【産業上の利用可能性】

【0043】

主として、力学的特性の向上を目的として、炭素繊維樹脂複合材が多く使用され、航空・宇宙、自動車、スポーツ、工業材料等、広い分野で使用されてきている。これらの繊維充填材として用いられている炭素繊維は、主にアクリル系繊維あるいはピッチ系繊維を焼成したものである。このような炭素繊維を使用した複合材は、力学的特性、耐熱性は優れるものの、流動性が低く、耐摩耗性は不満足であるため、各種工業用の摺動部材として使用したときは、生産性、精密性に欠け、使用寿命が短く、実用に供しても必ずしも望ましい結果が得られていない。更に、一般に摺動部材の相手材は鋼が一般的であるが、今後、アルミニウム等の軟質の軽量化素材が使われる傾向にあるが、本発明の摺動材組成物からの摺動部材はこれを傷つけることがないので安全に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】 動摩擦計数と気相法炭素繊維配合量の依存性。

【書類名】

図面

【図 1】

